



Nákladová efektívnosť vybraných dopravných podnikov Českej republiky – aplikácia obalovej analýzy dát

Viera ROHÁČOVÁ, Matej Bel University Banská Bystricaⁱ

Abstract

The paper analyses the total cost efficiency of selected transport companies of the Czech Republic by means of data envelopment analysis (DEA). This method with using information on input prices and nature of returns to scale provides a detailed insight into the structure of potential inefficiency of analyzed companies. Conclusions of the analysis in the identification of types of inefficiency of individual companies may be beneficial both for the business itself in terms of their orientation to the future, as well as in terms of emphasizing the role of DEA as an important tool in decision-making process of corporate governance.

Keywords

Allocative efficiency, cost efficiency, data envelopment analysis, technical efficiency, transport companies.

JEL Classification: D24, D61, C14, C67

ⁱ Department of Quantitative Methods and Information Technology, Faculty of Economics, Matej Bel University in Banská Bystrica, Tajovského 10, 975 90 Banská Bystrica, Slovakia.
viera.rohacova@umb.sk

1. Úvod

Otázka efektívnosti v oblasti zabezpečovania dopravných služieb je v centre záujmu už niekoľko rokov, pričom súčasnosť potrebu jej hlbšieho skúmania len potvrdzuje. Podľa slov Agarwala (2009) práve sektor dopravy hrá významnú úlohu v celkovom vývoji národného hospodárstva a môže byť chápaný ako istý barometer ekonomickej činnosti. V zásade existuje niekoľko prístupov k samotnému meraniu efektívnosti, avšak je nutné poznamenať, že aplikácia teoretickej koncepcie merania efektívnosti, ktorá je plne ekonomicky podložená, je ovplyvňovaná a zároveň limitovaná jej praktickou uplatniteľnosťou v špecifických reálnych podmienkach každého hospodárstva. Faktory ako ekonomická situácia, environmentálne a geografické podmienky či samotná dispozícia dopravných podnikov sú kľúčové determinanty výslednej užitočnej hodnoty celého dopravného systému. Vzhľadom k relatívne špecifickému okruhu používaných vstupov

a dosahovaných výstupov dopravných podnikov sa najmä v posledných rokoch stáva obalová analýza dát (*Data Envelopment Analysis*, DEA) pomerne silným podporným nástrojom rozhodovania aj v oblasti dopravných systémov. Barnum (2009) identifikoval vyše 60 praktických aplikácií DEA v oblasti zabezpečovania mestskej dopravy v priebehu rokov 1990–2008. Popri viacerých štúdiách je známy napríklad príspevok Ozbeka a i. (2009), ktorí uplatnili DEA pri meraní efektívnosti štátnych dopravných jednotiek v oblasti údržby diaľnic, príspevok Sampaia a i. (2008), ktorí analyzujú efektívnosť devätnástich dopravných systémov Európy a Brazílie, či príspevok Barnuma a i. (2007), ktorí uplatnili DEA pri meraní efektívnosti mestskej hromadnej dopravy v meste Chicago. Zo štúdií zaoberajúcich sa aplikáciou DEA pri hodnotení efektívnosti dopravných podnikov v podmienkach Slovenskej republiky je známy napríklad príspevok Klieštika (2009) a iné.

Hlavným cieľom príspevku je posúdiť nákladovú efektívnosť vybraných mestských dopravných podnikov Českej republiky pomocou variantných prístupov primárne založených na metodike DEA. Príspevok prezentuje možnosti vyjadrenia a praktickej kvantifikácie súhrnnej miery efektívnosti podniku pomocou DEA, ktorá umožní pracovať s viacerými vstupmi a výstupmi podniku a poskytne hlbší pohľad na štruktúru a druh neefektívnych jednotlivých skúmaných podnikov. Využitím informácií o cenách vstupov dáva súčasne návod na hodnotenie nákladovej efektívnosti podniku a spolu s rozšírením úvah o charaktere výroby z hľadiska dosahovaných výnosov z rozsahu umožňuje dekompozíciu technickej efektívnosti.

Príspevok v prvej časti poskytuje podrobný popis koncepcie DEA s dôrazom na prezentáciu dvoch hlavných prístupov k meraniu nákladovej efektívnosti ekonomických subjektov, a to Farrellovej-Debreuovej efektívnosti, prezentovanej napríklad v práci Coelliho a i. (2005), a novej schémy efektívnosti, prezentovanej napríklad v práci Coopera a i. (2007). Následne je v príspevku predstavený súbor analyzovaných dopravných podnikov zabezpečujúcich mestskú hromadnú dopravu v podmienkach Českej republiky spolu s vymedzením uvažovaných vstupných a výstupných parametrov. Výsledky a diskusia k dosiahnutým záverom analýzy merania nákladovej efektívnosti skúmaných dopravných podnikov Českej republiky je súčasťou záverečnej časti príspevku.

2. Metodika a materiál

Východiskom pri samotnej kvantifikácii jednotlivých mier (ne)efektívnosti je nutnosť konštrukcie hranice efektívnosti, vzhľadom ku ktorej bude efektívnosť ekonomických subjektov meraná. Touto sa vo všeobecnosti myslí tzv. izokvanta, ktorá predstavuje istú hranicu technickej efektívnosti, ktorá obaľuje ostatné neefektívne podniky a tým vytvára množinu produkčných možností (pozri obrázok 1a). V zásade sa popri tradičnom tzv. parametrickom prístupe, ktorý je založený na odhade neznámych parametrov, využíva aj tzv. neparametrický prístup. Tento je založený na matematickom lineárnom programovaní a je známy pod pojmom obalová analýza dát (*Data Envelopment Analysis*, DEA). Prvopočiatky DEA sa spájajú s prácami autorov Debreua (1951), Koopmansa (1951) a Farrella (1957), ktorých základom skúmania bola konštrukcia množiny produkčných možností na základe vzájomného vzťahu medzi vstupmi a výstupom skúmaných ekonomických subjektov. Tento prístup bol o niekoľko rokov zovšeobecnený pre prípad viacerých výstupov a formulovaný ako problém matematického lineárneho programovania autorami Charnes a i. (1978). Východiskovou snahou pri DEA je konštrukcia hranice efektívnosti na základe

podnikov, ktoré v skúmanej skupine dosahujú najlepšie výsledky z hľadiska efektívnosti (pozri obrázok 1b).

2.1 Koncepcia Farrellovej-Debreuovej nákladovej efektívnosti

V súčasnosti existuje viacero prístupov k meraniu efektívnosti, pričom za pomerne najznámejší možno považovať prístup Farrella (1957), ktorý predpokladal, že efektívnosť podniku možno rozdeliť na dva komponenty. Prvým je *technická efektívnosť*, ktorá predstavuje schopnosť podniku produkovať maximálny výstup pri danej úrovni vstupov alebo podľa Frieda a i. (2008) *schopnosť vyhnúť sa plytvaniu*. Druhým komponentom je tzv. *alokačná efektívnosť*, ktorá predstavuje schopnosť podniku používať optimálnu kombináciu vstupov, ktorá je daná ich cenami a produkčnou technológiou. Tieto dva komponenty tvoria *celkovú ekonomickú efektívnosť*, teda *schopnosť podniku produkovať vopred určené množstvo výstupu pri minimálnych nákladoch pri danej úrovni technológie* (Bravo-Ureta a Pinheiro, 1997). S ohľadom na základný cieľ podniku maximalizovať zisk, možno vychádzať buď z koncepcie nákladovej efektívnosti, príjmovej efektívnosti, či ziskovej efektívnosti. V príspevku sa zameriame na prvú z menovaných, a to nákladovú efektívnosť.

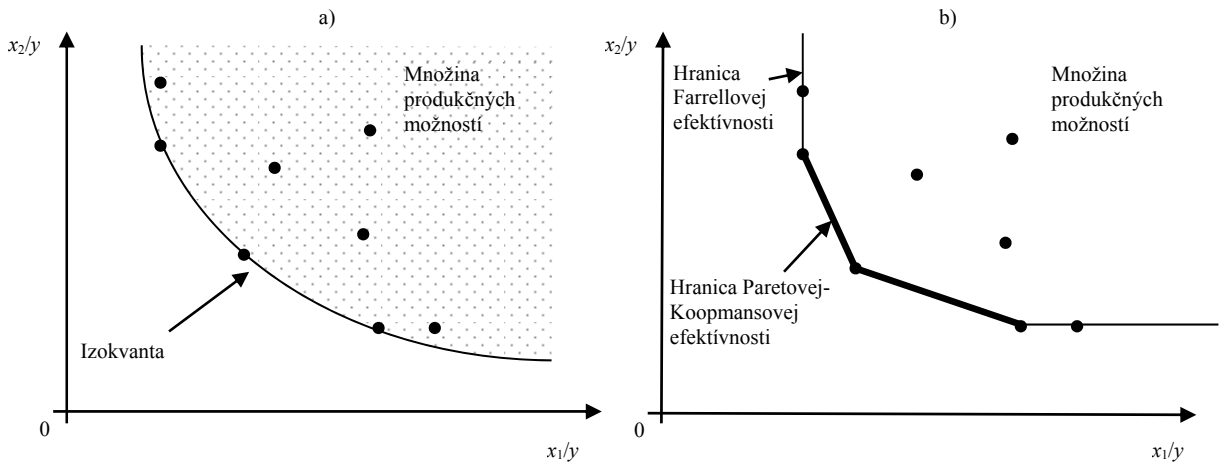
Uvažujme maticu m vstupov n rozhodovacích jednotiek (*Decision Making Units*, DMUs) $\mathbf{X}_{m \times n}$, maticu s výstupov n DMUs $\mathbf{Y}_{s \times n}$, vektor váh $\vec{\lambda}$ a príslušný vektor vstupov \vec{x} a vektor výstupov \vec{y} ľubovoľnej DMU. Základom pre stanovenie mier efektívnosti je konštrukcia množiny produkčných možností, ktorá má pri predpoklade konštantných výnosov z rozsahu nasledujúci tvar:

$$P = \left\{ (\vec{x}, \vec{y}) \mid \vec{x} \geq \mathbf{X}\vec{\lambda}, \vec{y} \leq \mathbf{Y}\vec{\lambda}, \vec{\lambda} \geq \vec{0} \right\} \quad (1)$$

Optimalizačná úloha na získanie Farrellovej-Debreuovej technickej efektívnosti ľubovoľnej DMU _{o} , $o \in \{1, \dots, n\}$, je potom formulovaná nasledovne:

$$\min_{\theta, \vec{\lambda}} \theta \quad \text{pri podmienkach} \quad \begin{aligned} \theta \vec{x}_o &\geq \mathbf{X}\vec{\lambda}, \\ \mathbf{Y}\vec{\lambda} &\geq \vec{y}_o, \\ \vec{\lambda} &\geq \vec{0}. \end{aligned} \quad (2)$$

Optimálne riešenie θ^* predstavuje mieru technickej efektívnosti *TE* a pre DMUs ležiace na hranici efektívnosti nadobúda hodnotu 1. V prípade, že sú známe ceny vstupov \vec{c} , je ďalej možné posúdiť, či jednotlivé DMUs dosahujú aj optimálnu kombináciu vstupov vzhľadom k daným cenám. Pre kalkuláciu nákladovej efektívnosti sa pristupuje k riešeniu nasledujúcej úlohy lineárneho programovania:



Obrázok 1 Izokvanta a hranica efektívnosti z pohľadu DEA

$$\min_{\tilde{x}_o, \tilde{\lambda}} \tilde{c}'\tilde{x}_o \quad \text{pri podmienkach} \quad \begin{aligned} \tilde{x}_o &\geq \tilde{\mathbf{X}}\tilde{\lambda}, \\ \mathbf{Y}\tilde{\lambda} &\geq \tilde{y}_o, \\ \tilde{\lambda} &\geq \tilde{0}. \end{aligned} \quad (3)$$

Optimálne riešenie \tilde{x}_o^* potom umožní kalkuláciu nákladovej efektívnosti CE nasledovne:

$$CE = \frac{\tilde{c}'\tilde{x}_o^*}{\tilde{c}'\tilde{x}_o}. \quad (4)$$

Keďže celková nákladová efektívnosť predstavuje súčin technickej a alokačnej efektívnosti, alokačná efektívnosť je následne získaná ako:

$$AE = \frac{CE}{TE}. \quad (5)$$

Dá sa ľahko ukázať, že TE , AE a CE nadobúdajú hodnoty od 0 po 1.

2.2 Nová schéma nákladovej efektívnosti

Hoci prechádzajúci prístup patrí medzi tradičné miery efektívnosti, Cooper a i. (2007) poukazujú aj na určité obmedzenia použitia tohto prístupu najmä v prípade, že podniky nemajú rovnakú úroveň jednotkových cien. Môže totiž nastať situácia, že na základe Farrellovej-Debreuovej efektívnosti budú dva podniky vyhodnotené ako alokačne efektívne aj v tom prípade, že jeden podnik používa dané vstupy pri rádovo vyšších jednotkových nákladoch. Tento problém je dôsledkom konštrukcie množiny produkčných možností (1), ktorá je definovaná len použitím fyzických faktorov a nezahŕňa informáciu o jednotkových cenách. V tejto súvislosti sa vytvorila tzv. *nová schéma efektívnosti*, ktorá eliminuje určité problémy spojené s tradičnými mierami efektívnosti a navyše umožní hlbší pohľad do štruktúry neefektívnosti skúmaných podnikov. Konštruje sa nákladovo orientovaná množina produkčných možností ako:

$$\tilde{P} = \left\{ (\tilde{x}, \tilde{y}) \mid \tilde{x} \geq \tilde{\mathbf{X}}\tilde{\lambda}, \tilde{y} \leq \mathbf{Y}\tilde{\lambda}, \tilde{\lambda} \geq \tilde{0} \right\} \quad (6)$$

kde $\tilde{\mathbf{X}} = (\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n)$ a $\tilde{x}_j = (c_{1j}x_{1j}, \dots, c_{mj}x_{mj})'$ pre $j \in \{1, \dots, n\}$. V tomto prípade matica $\tilde{\mathbf{X}}_{mon}$ predstavuje *de facto* maticu m nákladovo vyjadrených vstupov n DMUs. Miera TE sa získa riešením:

$$\min_{\theta, \tilde{\lambda}} \theta \quad \text{pri podmienkach} \quad \begin{aligned} \theta \tilde{x}_o &\geq \tilde{\mathbf{X}}\tilde{\lambda}, \\ \mathbf{Y}\tilde{\lambda} &\geq \tilde{y}_o, \\ \tilde{\lambda} &\geq \tilde{0}. \end{aligned} \quad (7)$$

Optimálne riešenie θ^* predstavuje mieru technickej efektívnosti TE . K získaniu miery nákladovej efektívnosti sa ďalej rieši úloha:

$$\min_{\tilde{e}, \tilde{\lambda}} \tilde{e}'\tilde{x}_o \quad \text{pri podmienkach} \quad \begin{aligned} \tilde{x}_o &\geq \tilde{\mathbf{X}}\tilde{\lambda}, \\ \mathbf{Y}\tilde{\lambda} &\geq \tilde{y}_o, \\ \tilde{\lambda} &\geq \tilde{0}, \end{aligned} \quad (8)$$

kde $\tilde{e}' = (1, 1, \dots, 1)$. Optimálne riešenie \tilde{x}_o^* umožní kalkuláciu nákladovej efektívnosti CE nasledovne:

$$CE = \frac{\tilde{e}'\tilde{x}_o^*}{\tilde{e}'\tilde{x}_o}. \quad (9)$$

AE je následne dopočítaná rovnako ako v predchádzajúcom prístupe podľa vzťahu (5).

Jednou z vyzdvihovaných výhod novej efektívnosti je možnosť hlbšej dekompozície nákladovej efektívnosti. O rozklad celkových nákladov (*Total Costs*, TC) na dosiahnuteľné minimálne TC a straty spojené s určitými druhmi vstupnej neefektívnosti sa zaslúžili autori Tone a Tsutsui (2007). Autori stanovili TC podniku nasledovne:

$$TC = TC^{***} + L^* + L^{**} + L^{***}. \quad (10)$$

Celkové náklady TC sú v tomto zmysle tvorené minimálnymi TC , ktoré je daný podnik vzhľadom k cenám vstupov schopný dosiahnuť, TC^{***} , stratou, resp. navýšením TC v dôsledku technickej neefektívnosti, L^* , stratou, resp. navýšením TC

v dôsledku cenovej neefektívnosti (vysokej úrovne jednotkových nákladov), L^* , a stratou, resp. navýšením TC v dôsledku alokačnej neefektívnosti, L^{***} .

Minimálne dosiahnuteľné TC^{***} sa získajú riešením úlohy:

$$TC^{***} = \bar{e}' \tilde{x}_o^*, \quad (11)$$

kde $\bar{e}' = (1, 1, \dots, 1)$ a \tilde{x}_o^* je optimálne riešenie úlohy (8). Strata v dôsledku technickej neefektívnosti L^* predstavuje rozdiel skutočných TC a tých TC^* , ktoré by podnik dosiahol pri plnej technickej efektívnosti:

$$L^* = \bar{c}' \tilde{x}_o - \bar{c}'(\theta^* \tilde{x}_o), \text{ resp. } L^* = TC - TC^*, \quad (12)$$

kde \bar{c} je vektor cien vstupov a θ^* je optimálne riešenie úlohy (2).

Na získanie straty v dôsledku cenovej neefektívnosti L^{**} sa konštruje pomocná nákladovo orientovaná množina produkčných možností:

$$\bar{P} = \left\{ (\bar{x}, \bar{y}) \mid \bar{x} \geq \bar{X} \bar{\lambda}, \bar{y} \leq \bar{Y} \bar{\lambda}, \bar{\lambda} \geq 0 \right\} \quad (13)$$

kde $\bar{X} = (\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n)$, $\bar{x}_j = \theta^*(c_{1j}x_{1j}, \dots, c_{mj}x_{mj})'$ pre $j \in \{1, \dots, n\}$ a θ^* je optimálne riešenie úlohy (2).

V tomto prípade matica \bar{X}_{mon} predstavuje *de facto* m nákladovo vyjadrených vstupov n DMUs pri plnej technickej efektívnosti. Rieši sa pomocná optimalizačná úloha:

$$\begin{aligned} \min_{\rho, \bar{\mu}} \rho \quad & \text{pri podmienkach} \quad \rho \bar{x}_o \geq \bar{X} \bar{\mu}, \\ & \bar{Y} \bar{\mu} \geq \bar{y}_o, \\ & \bar{\mu} \geq 0, \end{aligned} \quad (14)$$

kde $\bar{\mu}$ je vektor váh a ρ je parameter z intervalu $(0, 1)$. Optimálne riešenie ρ^* *de facto* predstavuje proporcionálne zníženie všetkých jednotkových nákladov a slúži následne na kalkuláciu L^{**} podľa vzťahu:

$$\begin{aligned} L^{**} &= \bar{c}'(\theta^* \tilde{x}_o) - (\rho^* \bar{c}')(\theta^* \tilde{x}_o), \text{ resp.} \\ L^{**} &= TC^* - TC^{**}, \end{aligned} \quad (15)$$

kde TC^{**} predstavujú celkové náklady pri plnej technickej a cenovej efektívnosti.

Ako posledná je dopočítaná strata v dôsledku alokačnej neefektívnosti L^{***} ako:

$$\begin{aligned} L^{***} &= (\rho^* \bar{c}')(\theta^* \tilde{x}_o) - \bar{e}' \tilde{x}_o^*, \text{ resp.} \\ L^{***} &= TC^{**} - TC^{***}, \end{aligned} \quad (16)$$

kde \tilde{x}_o^* je optimálne riešenie úlohy (8) a TC^{***} predstavujú celkové náklady pri plnej technickej, cenovej a alokačnej efektívnosti.

Táto dekompozícia ďalej umožní rozklad nákladovej efektívnosti CE na technickú efektívnosť TE , cenovú efektívnosť PE a alokačnú efektívnosť AE nasledovne:

$$CE = \frac{TC^*}{TC} \frac{TC^{**}}{TC^*} \frac{TC^{***}}{TC^{**}} = TE \cdot PE \cdot AE. \quad (17)$$

Ďalej je nutné poznamenať, že môže nastať situácia, že podnik dosahuje technickú aj alokačnú efektívnosť, ale aj napriek tomu rozsah operácií daného podniku nemusí byť optimálny. Niektoré podniky môžu mať jednoducho príliš nízky rozsah výroby (operujú pri rastúcich výnosoch z rozsahu) alebo príliš vysoký rozsah výroby (operujú pri klesajúcich výnosoch z rozsahu). To spôsobí, že hoci sú podniky technicky efektívne, ich produktivita, ktorou sa vo všeobecnosti chápe pomer výstupov k vstupom, sa líši. Na to, aby dosiahli tzv. najproduktívnejší rozsah výroby (*Most Productive Scale Size*, *MPSS*), musia buď znížiť, alebo zvýšiť rozsah výroby. Pristupuje sa k dekompozícii technickej efektívnosti na tzv. čistú technickú efektívnosť (*Pure Technical Efficiency*, *PTE*) a efektívnosť rozsahu (*Scale Efficiency*, *SE*). Miera čistej technickej efektívnosti hovorí, ako treba upraviť vstupy, prípadne výstupy, aby podnik dosiahol technickú efektívnosť, miera efektívnosti rozsahu hovorí, ako ešte ďalej treba upraviť rozsah výroby, aby podnik dosiahol úroveň *MPSS*. Vo všeobecnosti platí:¹

$$TE = PTE \cdot SE. \quad (18)$$

Ak zahrnieme tento predpoklad do problematiky alokačnej efektívnosti, rozklad Farrellovej-Debreuovej nákladovej efektívnosti nadobudne tvar:

$$CE = PTE \cdot SE \cdot AE, \quad (19)$$

a vo sfére novej efektívnosti sa rozklad celkových nákladov (10) rozšíri o dve ďalšie položky, ktoré predstavujú *de facto* rozloženie straty spojennej s technickou neefektívnosťou – L^* na stratu pripadajúcu na čistú technickú neefektívnosť – L^{Pure} a stratu pripadajúcu na neefektívnosť rozsahu – L^{Scale} . Týmto spôsobom vzťah (17) nadobudne tvar:

$$CE = PTE \cdot SE \cdot PE \cdot AE. \quad (20)$$

2.3 Materiál

Cieľom príspevku je aplikácia vyššie uvedených prístupov nákladovej efektívnosti na oblasť zabezpečovania mestskej hromadnej dopravy v podmienkach Českej republiky. Predmet skúmania tvorí osem dopravných podnikov pre prípad dvoch vstupov

¹ Čistá technická efektívnosť sa získa riešením úlohy (2) pridaním podmienky konvexity $\bar{e}' \bar{\lambda} = 1$.

a jedného výstupu. Pri voľbe počtu vstupných a výstupných parametrov k počtu analyzovaných podnikov sme boli limitovaní dostupnosťou potrebných dát. Sme si pritom vedomí, že výsledky uskutočnenej analýzy môžu byť týmto spôsobom do určitej miery ovplyvnené a voľba vyššieho počtu analyzovaných podnikov, ktorá by umožnila uvažovať vyšší počet vstupných a výstupných parametrov, by mohla poskytnúť odlišné výsledky. Analyzovanými mestskými dopravnými podnikmi boli Dopravný podnik mesta Brno, a. s., Dopravný podnik mesta České Budějovice, a. s., Dopravný podnik miest Chomutov a Jirkov, a. s., Dopravný podnik mesta Olomouc, a. s., Dopravný podnik mesta Ostrava, a. s., Dopravný podnik mesta Pardubice, a. s., Dopravný podnik mesta Plzeň, a. s., a Dopravný podnik mesta Praha, a. s. Uvažovanými vstupmi bol priemerný prepočítaný počet zamestnancov a počet vozových kilometrov² a uvažovaným výstupom bol počet prepravených osôb. Pre prvý vstup bola za jednotkovú cenu považovaná priemerná ročná mzda zamestnancov (v Kč) a pre druhý vstup spotreba palív a energií pripadajúcich na jeden vozový kilometer (v Kč). Jednotkovou

² Vozové kilometre sú kilometre najazdené na základe príslušných dopravných dokladov vo vlastnom prepravnom procese, ako aj režimnom procese (skúšobné jazdy, cvičné jazdy atď.).

Tabuľka 1 Zdroje dát dopravných podnikov Českej republiky pre rok 2009. Platné k 1.2.2011.

Dopravný podnik	Zdroj
Brno	http://www.dpmb.cz/vz.asp
České Budějovice	http://www.dpmb.cz/o-spolecnosti/vyrocní-zpravy/
Chomutov a Jirkov	http://www.dpchj.cz/2009.pdf
Olomouc	http://www.dpmo.cz/default.asp?str=vyrocní
Ostrava	http://www.dpo.cz/spolecnost/v_zpravy.htm
Pardubice	http://www.dpmp.cz/vyrocní-zpravy/
Plzeň	http://www.pmdp.cz/Files/pmdp/vyrocní_zpravy/vyrocní_zprava_PMDP_2009.pdf
Praha	http://www.dpp.cz/vyrocní-zpravy/

Tabuľka 2 Rozklad Farrellovej-Debreuovej nákladovej efektívnosti

Dopravný podnik	Farrellova-Debreuova efektívnosť				
	TE	PTE	SE	AE	CE
Brno	0,940	1,000	0,940	0,999	0,939
České Budějovice	0,726	0,829	0,876	0,995	0,722
Chomutov a Jirkov	0,891	1,000	0,891	0,881	0,785
Olomouc	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ostrava	0,339	0,350	0,967	0,999	0,339
Pardubice	1,000	1,000	1,000	0,881	0,881
Plzeň	0,652	0,668	0,976	0,988	0,644
Praha	0,838	1,000	0,838	0,998	0,836

Zdroj: Vlastné prepočty, DEA-Solver Learning Version 3.0

cenou prepravených osôb boli priemerné tržby z mestskej hromadnej dopravy prepočítané na jednu prepravenú osobu (v Kč). Údaje sme čerpali z výročných správ dopravných podnikov pre rok 2009 zverejnených na internetových stránkach príslušných dopravných podnikov prezentovaných v tabuľke 1.

Máme za to, že voľba príslušných parametrov neporušuje podmienku porovnateľnosti daných podnikov, hoci pripúšťame skutočnosť, že výsledky analýzy môžu byť do určitej miery ovplyvnené geografickým rozložením miest. Jednou z možností riešenia tohto problému by mohlo byť zahrnutie vonkajších faktorov prostredníctvom klasickej regresnej analýzy založenej na skúmaní závislosti miery efektívnosti získanej prostredníctvom DEA od vonkajších faktorov (pozri napr. Dlouhý a i., 2007).

3. Interpretácia výsledkov a diskusia

Uplatnením Farrellovej-Debreuovej nákladovej efektívnosti sme dospeli k nasledujúcemu rozkladu efektívnosti pre jednotlivé dopravné podniky (tabuľka 2).

Plnú nákladovú efektívnosť dosahuje len dopravný podnik Olomouc, ktorý zo vstupov, ktoré má k dispozícii, dosahuje maximálne možný výstup a zároveň proporcia daných vstupov mu zabezpečuje minimálne

možné *TC*. Plne technicky efektívnym podnikom je aj dopravný podnik Pardubice, avšak proporcia vstupov mu nezabezpečuje minimálne *TC*, čo rezultuje v nižšiu celkovú nákladovú efektívnosť. Plnú čistú technickú efektívnosť a relatívne vysokú alokačnú efektívnosť dosahujú aj podniky Brno, Chomutov a Jirkov a Praha, avšak hlavným dôvodom, prečo ich celková nákladová efektívnosť je nižšia ako 1, je rozsah ich operácií, resp. to, že operujú pri variabilných výnosoch z rozsahu, ktoré im znemožňujú dosahovať vyššiu produktivitu. Dopravné podniky Brno a Praha operujú pri klesajúcich výnosoch z rozsahu, zatiaľ čo dopravný podnik Chomutov a Jirkov pri rastúcich výnosoch z rozsahu. Z krátkodobého hľadiska ich preto možno považovať za relatívne nákladovo efektívne, no z dlhodobého hľadiska existuje priestor na zlepšenie formou zmeny rozsahu výroby. Podniky Brno a Praha by do budúcnosti mali znížiť rozsah výroby, zatiaľ čo podnik Chomutov a Jirkov zvýšiť.

Ostatné podniky, České Budějovice, Ostrava a Plzeň, vykazujú neefektívnosť vo viacerých oblastiach, pričom najzásadnejší deficit efektívnosti vykazuje podnik Ostrava. Základnou príčinou jeho neefektívnosti je vysoká čistá technická neefektívnosť, tzn. vstupy, ktoré má k dispozícii, mu zabezpečujú pomerne nízky výstup. Porovnateľným počtom zamestnancov a najazdených vozových kilometrov disponuje aj podnik Brno, no jeho počet prepravených osôb je približne trikrát vyšší v porovnaní s podnikom Ostrava. Možným riešením značnej technickej neefektívnosti podniku Ostrava by bolo proporcionálne zníženie týchto vstupov o 65 % (prípadne v dlhodobom období až o 66,1 %), teda uvažovať o možnom uvoľňovaní zamestnancov, upravení možných duplicitných dopravných liniek či redukcii cvičných či skúšobných jazd, ktoré navyšujú celkový počet vozových kilometrov.

Uplatnenie novej schémy efektívnosti ďalej umožní posudzovať nielen optimálnosť fyzických faktorov, ako je množstvo vstupov či výstupov, umožní taktiež posúdiť efektívnosť z pohľadu optimálnosti výšky

jednotkových nákladov jednotlivých dopravných podnikov. Výsledok realizovanej analýzy novej schémy efektívnosti, ktorej čiastkové závery možno získať od autora na osobnú žiadosť, prezentuje nasledujúca tabuľka 3.

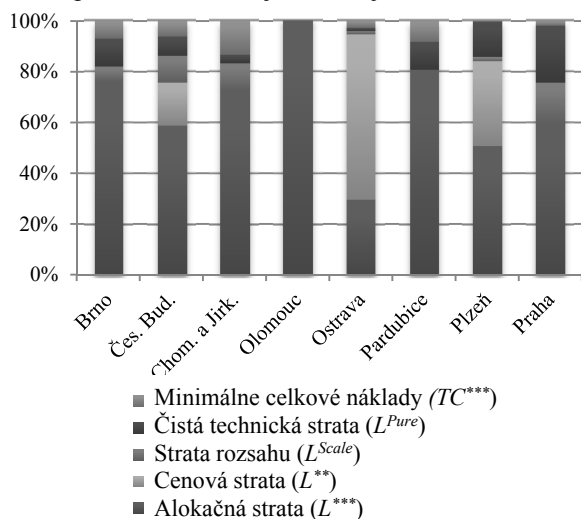
Výsledky ukazujú, že aj pri tejto metóde je ako najefektívnejší podnik vyhodnotený dopravný podnik Olomouc. Dosahuje plnú technickú efektívnosť z krátkodobého i dlhodobého hľadiska, plnú cenovú efektívnosť i alokačnú efektívnosť. Jeho *TC* sú minimálne. Podnik Pardubice tiež dosahuje technickú efektívnosť, avšak vykazuje určitú cenovú neefektívnosť, ktorá je spojená s relatívne vysokými jednotkovými nákladmi. Ich znížením na 89,3% úroveň by dosiahol zníženie *TC* o 10,7 %. Ďalšou úpravou proporcie používania vstupov alebo jednotkových cien vstupov by sa zvýšila jeho alokačná a následne aj celková nákladová efektívnosť. Alokačnú efektívnosť by mohol dosiahnuť buď znížením počtu zamestnancov o 12,2 % (z 406 na 391) alebo znížením priemernej ročnej mzdy zamestnancov tiež o 12,2 % (z 230 349 Kč na 202 249,6 Kč). Obe alternatívy by mu priniesli ďalšie zníženie *TC* o 8,5 %. Aj v tomto prípade podniky Brno, Chomutov a Jirkov a Praha vykazujú plnú čistú technickú efektívnosť, no celková technická efektívnosť nie je maximálna kvôli rozsahu aktivít, ktorý im znemožňuje dosiahnutie vyššej produktivity (dosiahnutie MPSS). Z dlhodobého hľadiska teda pre tieto podniky existuje priestor na zvýšenie ich efektívnosti práve prostredníctvom úpravy rozsahu ich aktivít. K dosiahnutiu vyššej miery nákladovej efektívnosti v krátkodobom horizonte im v prvom rade bránia relatívne vysoké jednotkové náklady, čo je aj dôvod ich nižšej cenovej efektívnosti. Napríklad podnik Praha má v porovnaní s ostatnými podnikmi relatívne vysoké jednotkové náklady, čo sa premietlo aj do miery cenovej efektívnosti, ktorá je spomedzi všetkých podnikov najnižšia (0,733). Úpravou jednotkových nákladov by tieto tri dopravné podniky docielili zníženie *TC* o 11,1 % (Brno), o 3,4 % (Chomutov a Jirkov) a o 22,4 % (Praha).

Tabuľka 3 Rozklad novej nákladovej efektívnosti

Dopravný podnik	Nová schéma efektívnosti				
	<i>PTE</i>	<i>SE</i>	<i>PE</i>	<i>AE</i>	<i>CE</i>
Brno	1,000	0,940	0,882	0,916	0,760
České Budějovice	0,829	0,876	0,895	0,903	0,587
Chomutov a Jirkov	1,000	0,891	0,962	0,846	0,726
Olomouc	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ostrava	0,350	0,967	0,960	0,913	0,297
Pardubice	1,000	1,000	0,893	0,905	0,808
Plzeň	0,668	0,976	0,788	0,990	0,508
Praha	1,000	0,838	0,733	0,967	0,594

Zdroj: Vlastné prepočty, DEA-Solver Learning Version 3.0

Avšak k dosiahnutiu minimálnych TC im bude stále brániť alokačná neefektívnosť, ktorú podnik Brno môže najľahšie dosiahnuť ďalším znížením počtu najazdených vozových kilometrov o 27 % (z 38 044 tis. km na 27 774 tis. km), čím dosiahne ďalšie zníženie TC o 6,9 % na ich minimálnu možnú úroveň. Podobným spôsobom môžu postupovať aj ďalšie dva spomínané podniky. Ďalším znížením počtu najazdených vozových kilometrov o 42,51 % (Chomutov a Jirkov) a o 12,23 % (Praha) dosiahnu ďalšie zníženie TC o 13,2 % (Chomutov a Jirkov) a o 2 % (Praha) na ich minimálnu možnú úroveň. Ostatné tri podniky dosahujú relatívne nízku technickú efektívnosť, tzn. k dosiahnutiu daného počtu prepravených osôb používajú relatívne vysoké vstupy. Ich úpravou by podnik České Budějovice dosiahol zníženie TC o 27,4 %, dopravný podnik Plzeň o 34,8 % a dopravný podnik Ostrava až o 66,1 %. Podniky České Budějovice a Plzeň by svoje minimálne TC dosiahli ďalším miernym znížením jednotkových nákladov (dosiahnutie cenovej efektívnosti), prípadne neproporčným znížením fyzického vstupu, prípadne jednotkových nákladov. Postup odvodzovania jednotlivých krokov k dosiahnutiu minimálnych TC je analogický ako v predchádzajúcich prípadoch. Grafické znázornenie dekompozície TC ilustruje nasledujúci obrázok 2.



Obrázok 2 Rozklad celkových nákladov

Zdroj: Vlastné prepočty, DEA-Solver Learning Version 3.0

4. Záver

Cieľom príspevku bolo prezentovať možnosti vyjadrenia a praktickej kvantifikácie súhrnnej miery efektívnosti podniku pomocou obalovej analýzy dát, ktorá je jednou z čoraz častejšie využívaných metód konštrukcie hranice efektívnosti a následnej kvantifikácie mier efektívnosti skúmaných podnikov. Venovali sme sa problematike Farrellovej-Debreuovej efektívnosti, ktorá umožňuje identifikovať technickú a alokačnú

efektívnosť podnikov a v prepojení s možnosťou diskusie o optimálnosti výšky jednotkových nákladov, ktorú ponúka nová schéma efektívnosti, poskytuje i identifikáciu cenovej efektívnosti. Rozšírením úvah o charaktere výroby z hľadiska dosahovaných výnosov z rozsahu výroby sme pristúpili k dekompozícii technickej efektívnosti na tzv. efektívnosť rozsahu a tzv. čistú technickú efektívnosť. Oblasťou praktického skúmania a aplikácie jednotlivých metód boli vybrané dopravné podniky Českej republiky. Hoci sme sa v príspevku primárne zamerali na oblasť skúmania štruktúry nákladovej efektívnosti podnikov, musíme zdôrazniť, že ak sú dostupné aj iné informácie o cenách ďalších vstupov a výstupov, obalová analýza dát umožní skúmať efektívnosť podnikov aj z hľadiska príjmovej či ziskovej efektívnosti. Predpoklad zahrnutia viacerých vstupných a výstupných premenných je však podmienený vyšším počtom skúmaných podnikov.

Literatúra

- BARNUM, D. T., McNEIL, S., HART, J. (2007). Comparing the efficiency of public transportation subunits using data envelopment analysis. *Journal of Public Transportation* 10(2): 1–16.
- BRAVO-URETA, B. E., PINHEIRO, A. E. (1997). Technical, economic, and allocative efficiency in peasant farming, evidence from Dominican Republic. *The Developing Economies* 35(4): 48–67.
- CHARNES, A., COOPER, W. W., RHODES, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* 2(6): 429–444. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- COELLI, T., RAO, D. S. P., O'DONNELL, CH. J., BATTESE, G.E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. New York: Springer.
- COOPER, W. W., SEIFORD, L. M., TONE, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. New York: Springer.
- DEBREU, G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica* 19 (3): 273–292. <http://dx.doi.org/10.2307/1906814>
- DLOUHÝ, M., JABLONSKÝ, J., NOVOSÁDOVÁ, I. (2007). Využití analýzy obalu dat pro hodnocení efektívnosti českých nemocnic. *Politická ekonomie* 55(1): 60–71.
- FARRELL, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*. 120(3): 253–281. <http://dx.doi.org/10.2307/2343100>

FRIED, H. O., LOVELL, C. A. K., SCHMIDT, S. S. (2008). *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*. New York: Oxford University Press.

<http://dx.doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195183528.001.0001>

KLIEŠTIK, T. (2009). Kvantifikácia efektivity činností dopravných podnikov pomocou data envelopment analysis. *E+M. Ekonomie a management* 12(1): 133–145.

KOOPMANS, T. (1951). An analysis of production as an efficient combination of activities. In: T. Koopmans (ed.): *Activity Analysis of Production and Allocation, Proceedings of a Conference*. New York: John Wiley, 33–97.

OZBEK, M. E., GARZA, J. M., TRIANTIS, K. (2009). Data envelopment analysis as a decision-making tool for transportation professionals. *Journal of Transportation Engineering* 135(11): 822–831.

[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000069](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000069)

SAMPAIO, B. R., NETO, O. L., SAMPAIO, Y. (2008). Efficiency analysis of public transport systems: Lessons for institutional planning. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 42(3): 445–454. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2008.01.006>

TONE, K., TSUTSUI, M. (2007). Decomposition of cost efficiency and its application to Japan-US electric utility comparisons. *Socio-Economic Planning Science* 41: 91–106.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.seps.2005.10.007>

Další zdroje

AGARWAL, S. (2009). *Measuring the efficiency of public transport sector in India: An application of data envelopment analysis*. Proceedings of a Conference in Philadelphia, U.S.A. July, [cit. 5. 1. 2011]. Dostupné na: <<http://astro.temple.edu/~banker/dea2009/paper/Agarwal.pdf>>.

BARNUM, D. T. (2009). *Bibliography of urban transit DEA publications*. August 21, [cit. 5. 2. 2011]. Dostupné na SSRN: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1350583>.